

**ANALISA PROSES *FRICTION STIR WELDING*
PADA PLAT ALUMINIUM JENIS A1100**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada :

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
SEBAGAI SYARAT UNTUK MEMPEROLEH GELAR
SARJANA TEKNIK MESIN STRATA SATU (S1)**



Disusun Oleh :

JULIUS LUCKY

201210120311115

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2017



ANALISA PROSES FRICTION STIR WELDING PADA PLAT ALUMINIUM

JENIS A1100

Oleh : Julius Lucky

NIM : 201210120311115

Pembimbing I : Budiono, S.Si, MT

Pembimbing II : Dr. Ir. Suwarsono MT



Metode pengelasan Friction Stir Welding (FSW) mempunyai prinsip kerja yang sangat sederhana, yaitu memanfaatkan energi panas yang dihasilkan dari gesekan antara shoulder dengan material yang akan disambung. Gesekan tersebut menghasilkan panas yang mengakibatkan material menjadi plastis sehingga memungkinkan tool mengaduk material tersebut sehingga dapat bercampur menyatu.



Data Penelitian :

- Material : Aluminium A1100
- Tebal : 0,4 mm
- Material tool : HSS
- Diameter probe : 1,6, 2,0 2.4 mm
- Diameter shoulder : 6 mm
- Sudut kemiringan : 2, 3,4°
- Feeding : 6, 7, 8 mm/detik
- Putaran mesin : 33.000 rpm

Penelitian ini menggunakan respons surface method untuk mengolah data dari hasil uji tarik.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa :

1. Pada proses Friction Stir Welding dengan menggunakan metode sambungan tumpuk (lap welding) perubahan parameter (tool, kecepatan translasi, dan kemiringan) pengelasan berpengaruh terhadap kekuatan mekanik bahan uji.
2. Hasil dari uji tarik menunjukkan kekuatan tarik tertinggi adalah pada parameter sudut 2°, tool 1, dan kecepatan translasi 8 mm/s.
3. Sisa material yang menempel pada tool akan berpengaruh terhadap pengelasan selanjutnya.

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISA PROSES *FRICTION STIR WELDING* (FSW) PADA PLAT
ALUMINIUM JENIS A1100**

Diajukan kepada :

Universitas Muhammadiyah Malang Sebagai Salah Satu
Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin

Disusun Oleh

Nama : JULIUS LUCKY

NIM : 201210120311115

Malang, 23 Januari 2017

Yang telah disahkan oleh :

Dosen Pembimbing I

(Budiono, S.Si, MT)

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Suwarsono, MT)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

(Ir. Daryono, MT)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK MESIN
LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Julius Lucky
NIM : 201210120311115
Program Studi : Strata Satu (S1)
Judul : Analisa Proses Friction Stir Welding pada plat aluminium
jenis A1100
Pembimbing I : Budiono, S.Si, MT

NO	TINGGAL	URAIAN ASISTENSI	TTD
1	18/3/2016	Konsultasi judul	
2	20/3/2016	Konsultasi BAB I	
3	21/3/2016	ACC BAB I	
4	8/4/2016	Konsultasi BAB II	
5	16/4/2016	ACC BAB II	
6	24/4/2016	Konsultasi BAB III	
7	7/6/2016	ACC BAB III	
8	12/1/2017	Konsultasi BAB IV	
9	13/1/2017	Revisi BAB IV	
10	16/1/2017	ACC BAB IV	
11	17/1/2017	Konsultasi BAB V	
12	18/1/2017	ACC BAB V	
13	21/1/2017	ACC naskah publikasi Semhas	

Malang, 23 Januari 2017
Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Budiono, S.Si, MT)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK MESIN
LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Julius Lucky
NIM : 201210120311115
Program Studi : Strata Satu (S1)
Judul : Analisa Proses Friction Stir Welding pada plat aluminium
jenis A1100
Pembimbing II : Dr. Ir. Suwarsono, MT

NO	T1NGGAL	URAIAN ASISTENSI	TTD
1	21/3/2016	Konsultasi judul	
2	22/3/2016	Konsultasi BAB I	
3	22/3/2016	ACC BAB I	
4	11/4/2016	Konsultasi BAB II	
5	18/4/2016	ACC BAB II	
6	25/4/2016	Konsultasi BAB III	
7	9/6/2016	ACC BAB III	
8	12/1/2017	Konsultasi BAB IV	
9	20/1/2017	Revisi BAB IV	
10	16/1/2017	ACC BAB IV	
11	17/1/2017	Konsultasi BAB V	
12	18/1/2017	ACC BAB V	
13	21/1/2017	ACC naskah publikasi Semhas	

Malang, 23 Januari 2017
Menyetujui,
Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Suwarsono, MT)

LEMBAR SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah :

Nama : Julius Lucky
NIM : 201210120311115
Tempat/Tanggal lahir : Kediri, 3 juli 1994
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Instansi : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

Sesungguhnya Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA PROSES FRICTION STIR WELDING (FSW) PADA PLAT ALUMINIUM JENIS A1100”** yang diajukan untuk memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi (PLAGIASI) dari Skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Malang atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya kutip dan daftar pustaka sebagaimana mestinya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 23 Januari 2017

Yang menyatakan,

(Julius Lucky)

ANALISA PROSES FRICTION STIR WELDING (FSW) PADA PLAT ALUMINIUM JENIS A 1100

Julius Lucky, Budiono, S.Si, MT, Dr. Ir. Suwarsono, MT.

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318-128 Fax. (0341) 460782 Malang
65144

ABSTRAK

Friction Stir Welding (FSW) adalah suatu teknologi pengelasan yang merupakan proses solid-state joining yang bisa digunakan untuk menyambungkan material yang berbeda, karakter awal base material dipertahankan dan juga tidak memerlukan bahan tambahan (filler). Distorsi dari hasil FSW sangat rendah dikarenakan prosesnya dalam keadaan padat sehingga defleksi setelah pengelasan bisa diminimalisir dengan kekuatan sebanding dengan proses pengelasan lain dan juga dapat diaplikasikan pada material-material yang sulit dilas apabila menggunakan metode konvensional atau teknik penyambungan lain seperti solder atau rivet.

Tipe sambungan pada FSW yang akan dilakukan adalah tipe Lap Welding, dengan kecepatan putaran tool yang konstan yaitu 33000 rpm. Adapun parameter yang akan digunakan adalah kecepatan translasi tool (feeding), kemiringan tool saat proses pengelasan (sudut) dan diameter pin pada tool, Mesin yang digunakan pada proses ini yaitu mesin CNC Milling TU-3A.

Untuk mengetahui kekuatan mekanik dan kualitas las dari spesimen hasil pengelasan maka dilakukan uji tarik untuk setiap spesimen yang berbeda tiap parameternya.

Hasil analisa data menggunakan Response Surface Methodology (RSM) untuk menunjukkan bahwa setiap parameter yang digunakan pada proses FSW mempengaruhi kekuatan mekanik material hasil pengelasan dan juga dilakukan uji struktur mikro untuk mengetahui kualitas las material hasil pengelasan.

Kata Kunci : Friction Stir Welding (FSW), Sambungan Tumpuk, Aluminium A1100 Tensile Stress, Metode respon permukaan

ANALISA PROSES FRICTION STIR WELDING (FSW) PADA PLAT ALUMINIUM JENIS A 1100

Julius Lucky, Budiono, S.Si, MT, Dr. Ir. Suwarsono, MT.

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318-128 Fax. (0341) 460782 Malang
65144

ABSTRAK

Friction Stir Welding (FSW) is a welding technology which is a solid-state joining process that can be used to connect different materials, Initial character base is maintained and does not require additional material. The distortion of the results is very low due to the FSW process in the solid state, so that deflection after welding can be minimized with power comparable to other welding processes and can also be applied to materials difficult to weld when using conventional methods or other grafting techniques such as soldering or a rivet.

Type of connection to the FSW will do is type Lap Welding, with constant tool rotation speed is 33000 rpm. The parameters that will be used is the speed of translation tool, tilt tool during the welding process (angle) and the diameter of the pin on the tool, the machines used in this process are CNC Milling machine TU-3A.

To determine the mechanical strength and weld quality of welding specimen tensile test is carried out for each specimen is different each parameter.

The results of data analysis using Response Surface Methodology (RSM) to indicate that any of the parameters used in the FSW process affects the mechanical strength of the weld material and also carried out tests to determine the microstructure of the weld quality of welding material.

Key word : Friction Stir Welding (FSW), Lap Welding, Aluminium A1100 Tensile Stress, Response Surface Methodology

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan hidayah serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“analisa Proses Friction Stir Welding (FSW) Pada Plat Aluminium Jenis A1100”**, yang merupakan persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.

Saya menyadari bahwa sejak tahap awal hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini secara langsung maupun tidak langsung, penulis menerima banyak sekali bantuan dari berbagai pihak mulai dari materi, ide, data, moril sampai kepada spiritual dan tidak mungkin penulis menyelesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih pada pihak-pihak yang telah membantu, bekerja sama, memberikan dorongan, bimbingan, kepada pihak-pihak berikut :

1. Orang tua yang selalu memberikan bantuan, baik moril maupun materil.
2. Bapak Budiono, S.Si, MT selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dengan sabar dan bijaksana dalam membimbing penulis serta memberikan dorongan dari awal hingga akhir penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Suwarsono, MT selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dengan sabar dan bijaksana

dalam membimbing penulis serta memberikan dorongan dari awal hingga akhir penulisan Tugas Akhir ini.

4. Mas Hadi yang memberikan pengarahan tentang friction stir welding.
5. Bapak kholid selaku penanggung jawab laboratorium CNC yang telah mengarahkan penulis pada pelaksanaan proses friction stir welding.
6. Teknisi laboratorium proses produksi yang telah membantu penulis selama persiapan pengerjaan skripsi.
7. Isrizal Anwar dan Muclis selaku partner yang telah bekerja sama dengan baik selama pengerjaan skripsi.
8. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2012 khususnya kelas C tanpa terkecuali yang selalu menyempatkan waktu untuk di ajak diskusi (ngopi).
9. Teman-teman kos sitorukun 9 yang telah membantu menyelesaikan skripsi.
10. Keluarga besar Kontrakan CC-17 Perum Bumi Asri Sengkaling Dau Malang yang selalu memberikan bantuan.

Semoga ALLAH SWT memberikan balasan atas segala kemurahan hati dan kebaikan kepada pihak yang telah membantu.

Malang, 26 Januari 2016

Julius Lucky

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
POSTER.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR ASISTENSI PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR SURAT PERNYATAAN.....	vi
ABSTRAK INDONESIA.....	vii
ABSTRAK INGGRIS.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR BAGAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN TEORI.....	7

2.1 Pengelasan.....	7
2.2 Friction Stir Welding.....	8
2.2.1 Desain <i>tool</i>	12
2.2.2 Rotasi Tool dan Kecepatan Melintang.....	14
2.2.3 Kedalaman Ceburan dan Gaya aksial Shoulder	15
2.3 Jenis Sambungan Pada Proses Friction Stir Welding.....	16
2.3.1 Sambungan Butt (Butt Joint).....	16
2.3.2 Sambungan Tumpuk (Lap Joint)	16
2.4 Kelebihan dan Keterbatasan Friction Stir Welding	17
2.4.1 Kelebihan Friction Stir Welding.....	17
2.4.2 Kekurangan Friction Stir Welding.....	18
2.5 Klasifikasi Aluminium dan Paduannya.....	18
2.5.1 Pengertian Dasar Aluminium.....	18
2.5.2 Sifat – sifat Aluminium (Al).....	20
2.5.3 Unsur – Unsur Paduan Logam Aluminium	21
2.5.4 Standarisasi Aluminium	22
2.6 Uji Mekanik (Mechanical Testing FSW)	26
2.7 Metode Analisis	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	33
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
3.3 Alat dan Material Pengujian.....	34
3.3.1 Alat / Mesin Pembuatan Percobaan Pengelasan	34
3.3.2 Material Uji Pengelasan (Spesimen)	37
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	38

3.4.1 Persiapan Material	38
3.4.2 Persiapan Peralatan	39
3.4.3 Langkah – langkah Pengelasan	39
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Karakterisasi Hasil Percobaan Pengelasan Friction Stir Welding...	39
4.2 Data Hasil Pengujian Percobaan Pengelasan.....	39
4.2.1 Hasil Pengujian Tarik.....	39
4.3 Analisa hasil pengujian tarik menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM)	40
4.3.1 Persamaan hubungan antara variasi yang dilakukan pada waktu pengelasan dengan kekuatan mekanik material hasil pengelasan	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Macam-macam Sambungan Las	8
Gambar 2.2 : Prinsip kerja Friction Stir Welding	10
Gambar 2.3 : Tahap Proses Friction Stir Welding	10
Gambar 2.4 : Tool Friction Stir Welding	11
Gambar 2.5 : Kontak antara sudut tool dengan benda kerja	11
Gambar 2.6 : Bentuk Tool Shoulder, pin dan sudut pin	13
Gambar 2.7 : Gerakan Tool.....	14
Gambar 2.8 : Penetrasi Pada Proses Friction Stir Welding.....	15
Gambar 2.9 : Gambaran Singkat Uji Tarik	27
Gambar 2.10 : Kurva Tegangan-Regangan.....	28
Gambar 2.11 : Profil Data Hasil Uji Tarik.....	28
Gambar 3.1 : Mesin Milling model EMCO TU 3A.....	34
Gambar 3.2 : Hand Grinder merk Mactech.....	35
Gambar 3.3 : Dudukan Hand Grinder	35
Gambar 3.4 : Penjepit benda uji	36
Gambar 3.5 : Dimensi tool 1	36
Gambar 3.6 : Dimensi tool 2	36
Gambar 3.7 : Dimensi tool 3	37
Gambar 3.8 : Benda uji	38
Gambar 4.1 : Grafik RSM hubungan pengaruh kecepatan translasi dengan sudut terhadap kekuatan tarik material uji.....	41
Gambar 4.2 : Grafik RSM hubungan pengaruh kecepatan translasi dengan tool terhadap kekuatan tarik material uji	42
Gambar 4.3 : Grafik RSM hubungan pengaruh tool dengan sudut terhadap kekuatan tarik material uji.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Klasifikasi Proses Pengelasan.....	7
Tabel 2.2 : Komposisi Aluminium AA 1100 berdasarkan Actual Mill Chemical and Mechanical Property Test Report In Imperial Nomenclature..	26
Tabel 3.1 : Sifat dari aluminium A 1100.....	38
Tabel 4.1 : Hasil pengujian uji tarik.....	39



DAFTAR BAGAN

No. Bagan	Judul	Halaman
Bagan3.1	: Diagram alir penelitian friction stir welding.....	33



DAFTAR PUSTAKA

- Bhanumurthy, N.T. (2008). Friction Stir Welding of Al 6061 Alloy. Asian Journal of Eksperimental Science, 1.
- Djarmiko, R.D. (2008). Teori Pengelasan Logam. Universitas Negeri Yogyakarta, 7-16.
- Durdanovic, M. (2009). Heat Generation During Friction Stir Welding Process. Faculty Mechanical Engineering, University Nis Serbia, 3-7.
- Gaspersz, V. (1992). Analisis Sistem Terapan : berdasarkan Pendekatan Teknik Industri. Penerbit Tarsito, Bandung.
- Lohwasser, D., Chen. Z. (2010) Friction Stir Welding. From basic to application. Oxford, Cambridge, New Delhi.
- Monthgomery, D.C. (2001) Design and Analisis of Experiments (5th ed). New York.
- Sardjono KP, K. (2009). Metode Weibull Sambungan Las Silang Baja ST-37 Pada Pembebanan Dinamis Tarik-Tekan Tarik ($R=-1$). B2TKS BPPT, 2-8.
- Song, M. (2002). Thermal Modeling For Friction Stir Welding In A Moving Coordinate System and Is Validation. International Journal of Machine Tool Manufacture, 3-11.
- Wijayanto, J. (2010). Pengaruh Feed Rate terhadap Sifat Mekanik pada Pengelasan Friction Stir Welding Aluminium 6110. Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta, 5-10.